

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2002-042136
 (43) Date of publication of application : 08.02.2002

(51) Int.CI.

G06T 7/00

(21) Application number : 2000-230042

(71) Applicant : NEC CORP

(22) Date of filing : 28.07.2000

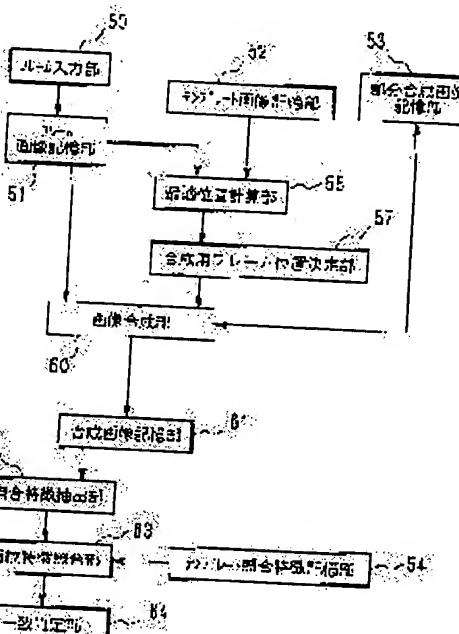
(72) Inventor : UCHIDA KAORU

(54) FINGERPRINT IDENTIFYING METHOD AND DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fingerprint identifying method and a device conducting accurate personal confirmation at a high speed by using a partial image group of a fingerprint obtained by the relative motion between a small-area sensor and a finger.

SOLUTION: When the whole image is reconstituted from a partial image column inputted from a frame input section 50, an optimum position calculating section 55 collates partial images with the fingerprint image (template image) of a user stored in a template image storage section 52 to determine a position having highest similarity. An image synthesizing section 60 repeats a process for connecting each partial image to a partial synthesized image stored in a partial synthesized image storage section 53 to obtain a synthesized image. A collated feature extracting section 62 extracts a feature from the synthesized image, a fingerprint feature collating section 63 collates the feature with the feature of the template image in a template collated feature storage section 54, thereby personal confirmation can be conducted at a high speed, with a stable collating action guaranteed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-42136 ✓

(P2002-42136A)

(43) 公開日 平成14年2月8日 (2002.2.8)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 6 T 7/00

識別記号
5 3 0

F I
G 0 6 T 7/00

テ-マゴ-ト^{*} (参考)
5 3 0 5 B 0 4 3

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-230042(P2000-230042)

(22) 出願日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 内田 薫

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(74) 代理人 100108578

弁理士 高橋 詔男 (外3名)

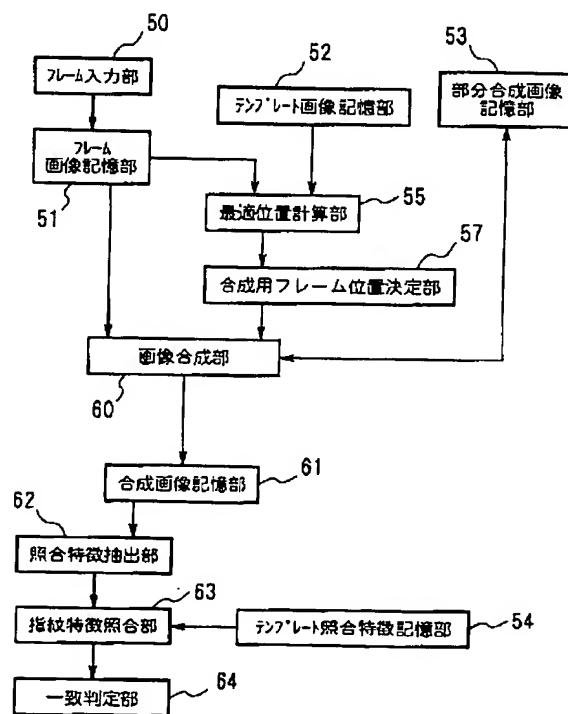
F ターム(参考) 5B043 AA04 AA09 BA02 DA05 EA01
EA12 EA15 FA07 GA02

(54) 【発明の名称】 指紋識別方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 小面積なセンサと指との相対運動により得られる指紋の部分画像群を用いて、高速で正確な本人確認を実現する指紋識別方法及び装置を提供する。

【解決手段】 フレーム入力部 50 から入力された部分画像列から全体画像を再構成する際に、最適位置計算部 55 で部分画像をテンプレート画像記憶部 52 に格納された利用者の指紋画像 (テンプレート画像) と照合して最も類似度の高い位置を決定し、画像合成部 60 で部分合成画像記憶部 53 に格納されている部分合成画像とつなぎ合わせるといった処理を各部分画像について繰返して合成画像を求め、照合特徴抽出部 62 で合成画像から特徴を抽出し、指紋特徴照合部 63 でテンプレート照合特徴記憶部 54 内のテンプレート画像の特徴と照合するようにしたので、安定した照合動作を保証しつつ高速に本人確認を行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 指紋の部分画像の系列を入力し、前記入力された入力指紋と予め登録された登録指紋との同一性の判定を行う指紋識別方法において、前記各部分画像の合成位置を決定するために該登録指紋の画像情報を利用することを特徴とする指紋識別方法。

【請求項2】 前記入力指紋と前記登録指紋との同一性の判定は、前記各部分画像について、前記登録指紋の画像の中で該部分画像と最もよく類似する位置を求め、該位置情報に基づいて該部分画像を配置することにより前記各部分画像を合成して合成画像を求め、該合成画像を前記登録指紋の画像と照合し同一性を判定することを特徴とする請求項1に記載の指紋識別方法。

【請求項3】 前記入力指紋と前記登録指紋との同一性の判定は、前記各部分画像について前記登録指紋の画像の中で該部分画像と最もよく類似する位置において最小となる第1のペナルティ指標を累積加算し、前記累計加算の結果が所定のペナルティ閾値を超えた場合には前記入力指紋が前記登録指紋と異なるものであると判定することを特徴とする請求項1、請求項2に記載の指紋識別方法。

【請求項4】 前記入力指紋と前記登録指紋との同一性の判定は、前記第1のペナルティ指標の累積加算が所定のペナルティ閾値を超えず、かつ前記部分合成画像の面積が所定の面積閾値を超えた場合には、前記入力指紋が前記登録指紋と類似するものであると判定することを特徴とする請求項1、請求項2に記載の指紋識別方法。

【請求項5】 前記各部分画像の合成は、前記各部分画像について、前記登録指紋の画像の中で該部分画像と最もよく類似する位置を求めるとともに、それ以前に入力された前記各部分画像から合成された部分合成画像と該部分画像とが最も矛盾なく連続する位置を求め、その結果に基づいて該部分画像を配置して前記各部分画像を合成することを特徴とする請求項2に記載の指紋識別方法。

【請求項6】 前記各部分画像の合成位置の決定は、前記第1のペナルティ指標と、それ以前に計算された前記部分合成画像と最も矛盾なく連続する位置において最小となる第2のペナルティ指標とを計算し、前記第1および第2のペナルティ指標の加重平均にしたがって前記第1のペナルティ指標の計算結果と前記第2のペナルティ指標の計算結果を統合することで合成位置を決定することを特徴とする請求項5に記載の指紋識別方法。

【請求項7】 前記各部分画像の合成位置の決定は、前記部分合成画像がより多くの前記部分画像から合成されるについて前記第2のペナルティ指標の重みを増すような加重平均法にしたがって前記第1のペナルティ指標の計算結果と前記第2のペナルティ指標の計算結果を統合し、その結果に基づいて合成位置を決定することを特徴とする請求項5に記載の指紋識別方法。

10 該部分画像と前記登録指紋の画像との最も類似する位置を計算する対登録画像最適位置計算手段と、前記最も類似する位置に配置した該部分画像と既に合成された部分合成画像とを合成し、拡張された部分合成画像を生成する画像合成手段と、

前記入力された全ての部分画像を合成した合成画像と前記登録指紋の画像との同一性の判定を行う指紋照合手段と、

を具備することを特徴とする指紋識別装置。

【請求項9】 前記部分画像についてそれ以前に入力された各部分画像から合成された前記部分合成画像との最も矛盾なく連続する位置を求める対合成画像最適位置計算手段を具備し、前記画像合成手段は前記対登録画像最適位置計算手段の結果と前記対合成画像最適位置計算手段の結果にしたがって該部分画像を合成することを特徴とする請求項8に記載の指紋識別装置。

【請求項10】 前記対登録画像最適位置計算手段において前記各部分画像について計算された前記登録指紋の画像の中で該部分画像と最もよく類似する位置において最小となる第1のペナルティ指標を累積加算し、前記累計加算の結果が所定のペナルティ閾値を超えた場合に前記入力指紋と前記登録指紋との不一致を判定する不一致判定手段を具備することを特徴とする請求項8、請求項9に記載の指紋識別装置。

30 【請求項11】 前記対登録画像最適位置計算手段において計算された前記各部分画像の第1のペナルティ指標を累積加算し、前記累積加算した結果が所定のペナルティ閾値を超えることなく、かつ前記画像合成手段で合成された前記部分合成画像の面積が所定の面積閾値を上回った場合に、前記入力指紋と前記登録指紋との一致を判定する簡易一致判定手段を具備することを特徴とする請求項8、請求項9に記載の指紋識別装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、特に個人や少人数ユーザ向けの情報機器において、指紋を用いた個人識別のために、入力された複数の指紋部分画像を合成し、指紋の照合を行う指紋識別方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 情報機器や情報サービスにおけるユーザ確認には、万人不同・終生不变という特徴をもつ指紋の同一性を利用する指紋識別が有効である。この指紋識別によるユーザ確認では、あるユーザXがその情報機器や情報サービスを利用する際に指紋入力部から指紋を入力し、入力されたユーザXの指紋と予め入力し保存されて

3
いる、その情報機器や情報サービスを利用する権限をもつ正規ユーザAの指紋データ（テンプレートと呼ぶ）とを照合し、一致すればユーザXは正規ユーザとしてその情報機器や情報サービスの利用を許可される、という手順がとられる。

【0003】従来、指紋の入力においては、指先の指紋領域よりも十分に広い正方形に近い押捺面をもつ、いわば2次元型のセンサによる入力装置が多く用いられていた。しかし、入力装置の低価格化と小型化による搭載可能な機器の範囲拡大のためには、指紋領域よりも小さい領域をセンサ面とする入力装置を用い、このような小面積センサ面に対して指を相対的に動かし（これをスイープ動作と呼ぶ）、得られた複数の部分画像列を用いて指紋照合を行う、という方法が有効である。

【0004】この小面積センサを用いた例として、特開平10-91769号公報に記載されている技術においては、およそ指の幅に近い長辺幅をもち、短辺方向の長さは長辺幅に比べてかなり短い、1次元のライン型に近い形状の矩形型のセンサを用い、その上で指を短辺方向にスライドさせ、得られた部分画像列から、照合用の2次元画像を合成する方法が述べられている。この場合、ライン状のセンサ上で指を動かしセンサが時間の経過と共にその上の指紋の隆線パターンに対応する濃淡画像を次々と撮像するため、入力装置の側から見ると、ライン状の濃淡画像である矩形の部分画像列が時間の経過と共に入力されることになる。このときの一回の撮像で得られる部分画像をフレームまたはフレーム画像と呼ぶ。

【0005】そして、このフレーム画像が次々と入力されるときに、この部分画像群から2次元画像を再構成し、指紋照合を行うためには、一般的に、図8に示す次のような手順を利用している。

（1）入力された部分画像と隣接する部分画像との位置関係、すなわちフレーム間の指画像の2次元的な移動量

$$c(x, y) = \sum_{i} \sum_{j} |S(n-1; i, j) - f(n; i-x, j-y)| \dots (1)$$

ここで、2つの累積和Σは、それぞれ部分合成画像 $S(n-1; i, j)$ とフレーム画像 $f(n; i, j)$ が重なる領域内の一定面積についての i および j について求める

【0008】（2）の合成においては、ペナルティ $c(x, y)$ を最小にする (x, y) だけフレーム画像 $f(n; i, j)$ を平行移動して部分合成画像 $S(n-1; i, j)$ と合成し、新たな部分合成画像として $S(n; i, j)$ を計算すればよい。

【0009】しかし、センサに対する指の相対的な移動速度が大きく、フレーム間の重なり面積が小さい場合、このような方法では最適な移動量を求めることが困難になる。すなわち、ユーザが指を速く動かしたときなどには正確な位置合わせができず、正しい2次元画像の再構

成を調べる位置合わせを行い（ステップS11, S18）、（2）この位置合わせの結果にしたがって相互に位置決めした部分画像群から2次元画像 $S(N)$ を合成し（ステップS19, S20）、（3）得られた2次元画像 $S(N)$ から照合用の特徴を抽出し（ステップS22）、（4）抽出した照合用の特徴と予め求めておいた登録指紋（テンプレート）の特徴とを照合し（ステップS23）、一致すれば認証完了とする（ステップS24）、という手順で処理している。

10 【0006】上記（1）の位置合わせ方法として、逐次類似検出アルゴリズム（SSDA: Sequential Similarity Detection Algorithm）を用いる方法がある。例えば、既に第1フレームから第 $(n-1)$ フレーム（ n は2以上の整数）までのフレーム画像が入力され、それらについて位置合わせおよび合成が終了し、その結果として部分合成画像 $S(n-1; i, j)$ (i および j はそれぞれ x 座標、 y 座標) が計算されているとする。ここで、第 n フレーム画像 $f(n; i, j)$ が入力され、これを部分合成画像 $S(n-1; i, j)$ に対して位置合わせを行ない、合成するものとする。そのために、SSDA法では、フレーム画像 $f(n; i, j)$ を少しづつ平行移動しながら部分合成画像 $S(n-1; i, j)$ とフレーム画像 $f(n; i, j)$ の重ね合わせを試み、最も合ったところをフレーム画像 $f(n; i, j)$ の位置合わせの最適な移動位置とするものである。これを実現するには、フレーム画像 $f(n; i, j)$ を (x, y) だけ平行移動した時の2つの画像の濃度値の差の累積（これをペナルティと呼ぶ） $c(x, y)$ を次式により計算し、ペナルティ $c(x, y)$ が最小となる (x, y) を求める。

【0007】

【数1】

成の失敗により指紋照合の精度が低下する、という問題がある。逆に言えば、安定した照合動作を保証するためには、ユーザは指をゆっくり動かす必要があり、ユーザの利便性が下がる、という問題がある。

40 【0010】以上述べたように、従来の指紋照合方法や指紋照合装置においては、指紋照合の精度を向上するためには、ユーザはセンサ上で指をゆっくり動かす必要があり、ユーザの利便性が低下するという問題があった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の問題に鑑みてなされたもので、特に個人用の情報機器においては、登録ユーザの指紋データのテンプレートは限られた個数しかないという特性を利用することにより、部分画像列が入力されたときの部分画像間のより正確な位置

合わせを可能とし、より高精度な指紋照合を実現する指紋照合方法及び装置を提供することを目的とする。さらには、効率よい位置合わせを実現することにより、処理に必要な計算量を低減して処理の高速化を図り、あるいは処理に使用する演算装置の低価格化を実現すると共に、従来より小面積なセンサにより従来と同程度以上の照合精度を実現することで、センサの低価格化と搭載可能な機器の範囲拡大を実現することをも目的とする。また、特に高精度の照合が要求されないような応用に対して本発明を適用するときには、中程度の精度の照合結果をより高速に、あるいは低演算量で得ることができる指紋照合方法及び装置を提供することも目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、指紋の部分画像の系列を入力し、前記入力された入力指紋と予め登録された登録指紋との同一性の判定を行う指紋識別方法において、前記各部分画像の合成位置を決定するために該登録指紋の画像情報を利用することを特徴とする。

【0013】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の指紋識別方法において、前記入力指紋と前記登録指紋との同一性の判定は、前記各部分画像について、前記登録指紋の画像の中で該部分画像と最もよく類似する位置を求め、該位置情報に基づいて該部分画像を配置することにより前記各部分画像を合成して合成画像を求める、該合成画像を前記登録指紋の画像と照合し同一性を判定することを特徴とする。

【0014】請求項3に記載の発明は、請求項1、請求項2に記載の指紋識別方法において、前記入力指紋と前記登録指紋との同一性の判定は、前記各部分画像について前記登録指紋の画像の中で該部分画像と最もよく類似する位置において最小となる第1のペナルティ指標を累積加算し、前記累積加算の結果が所定のペナルティ閾値を超えた場合には前記入力指紋が前記登録指紋と異なるものであると判定することを特徴とする。

【0015】請求項4に記載の発明は、請求項1、請求項2に記載の指紋識別方法において、前記入力指紋と前記登録指紋との同一性の判定は、前記第1のペナルティ指標の累積加算が所定のペナルティ閾値を超えて、かつ前記部分合成画像の面積が所定の面積閾値を超えた場合には、前記入力指紋が前記登録指紋と類似するものであると判定することを特徴とする。

【0016】請求項5に記載の発明は、請求項2に記載の指紋識別方法において、前記各部分画像の合成は、前記各部分画像について、前記登録指紋の画像の中で該部分画像と最もよく類似する位置を求めるとともに、それ以前に入力された前記各部分画像から合成された部分合成画像と該部分画像とが最も矛盾なく連続する位置を求め、その結果に基づいて該部分画像を配置して前記各部分画像を合成することを特徴とする。

【0017】請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の指紋識別方法において、前記各部分画像の合成位置の決定は、前記第1のペナルティ指標と、それ以前に計算された前記部分合成画像と最も矛盾なく連続する位置において最小となる第2のペナルティ指標とを計算し、前記第1および第2のペナルティ指標の加重平均にしたがって前記第1のペナルティ指標の計算結果と前記第2のペナルティ指標の計算結果を統合することで合成位置を決定することを特徴とする。

【0018】請求項7に記載の発明は、請求項5に記載の指紋識別方法において、前記各部分画像の合成位置の決定は、前記部分合成画像がより多くの前記部分画像から合成されるにつれて前記第2のペナルティ指標の重みを増すような加重平均法にしたがって前記第1のペナルティ指標の計算結果と前記第2のペナルティ指標の計算結果を統合し、その結果に基づいて合成位置を決定することを特徴とする。

【0019】請求項8に記載の発明は、指紋の部分画像の系列を入力し、前記入力された入力指紋と予め登録さ

れた登録指紋との同一性の判定を行う指紋識別装置において、前記指紋の部分画像を入力するフレーム画像入力手段と、該部分画像と前記登録指紋の画像との最も類似する位置を計算する対登録画像最適位置計算手段と、前記最も類似する位置に配置した該部分画像と既に合成された部分合成画像とを合成し、拡張された部分合成画像を生成する画像合成手段と、前記入力された全ての部分画像を合成した合成画像と前記登録指紋の画像との同一性の判定を行う指紋照合手段と、を具備することを特徴とする。

【0020】請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の指紋識別装置において、前記部分画像についてそれ以前に入力された各部分画像から合成された前記部分合成画像との最も矛盾なく連続する位置を求める対合成画像最適位置計算手段を具備し、前記画像合成手段は前記対登録画像最適位置計算手段の結果と前記対合成画像最適位置計算手段の結果にしたがって該部分画像を合成することを特徴とする。

【0021】請求項10に記載の発明は、請求項8、請求項9に記載の指紋識別装置において、前記対登録画像最適位置計算手段において前記各部分画像について計算された前記登録指紋の画像の中で該部分画像と最もよく類似する位置において最小となる第1のペナルティ指標を累積加算し、前記累積加算の結果が所定のペナルティ閾値を超えた場合に前記入力指紋と前記登録指紋との不一致を判定する不一致判定手段を具備することを特徴とする。

【0022】請求項11に記載の発明は、請求項8、請求項9に記載の指紋識別装置において、前記対登録画像最適位置計算手段において計算された前記各部分画像の第1のペナルティ指標を累積加算し、前記累積加算した

7
結果が所定のペナルティ閾値を越えることなく、かつ前記画像合成手段で合成された前記部分合成画像の面積が所定の面積閾値を上回った場合に、前記入力指紋と前記登録指紋との一致を判定する簡易一致判定手段を具備することを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態による指紋識別方法及び装置を図1および図2を参照して説明する。図1は同実施の形態による指紋識別装置のプロック図であり、図2は同実施形態による指紋識別装置のセンサの使用方法を示す図である。本指紋識別装置は個人用の情報機器、例えば情報末端やテレビゲーム機、携帯電話などにおいて本人以外が使用できないようにするために、あるいは個人に応じてユーザ別の設定をするために、ユーザの確認を指紋によって行うものである。

【0024】図1において、50は本人確認のための指紋画像の入力を行うフレーム入力部である。このフレーム入力部50は、カメラ、スキャナなどのように移動する撮像対象の部分画像を連続して得る機能をもち、例えば図2(a)の81のような形状をもつ、指の指紋部分よりは小さい長方形のセンサである。ユーザはセンサ81に対して相対的に、例えば矢印のように(あるいは逆方向に)指を動かし、動きに連れて連続的に撮像した指紋の複数の部分画像(フレーム)を得る。1枚のフレームと指紋との関係を示すのが図2(b)であり、図2(b)の長方形の部分が1フレームである。フレーム入力部50は設定された撮像タイミングごとに、その上に置かれた指の隆線に対応する凹凸を画像の濃度に変換して撮像する。その実現方法としては、例えば特開平10-91769号公報、特開平10-240906号公報、特開平09-116128号公報、特開平10-2641号公報および特開平10-255050号公報に記載されている技術がある。その他にも、プリズムを用いる方式、静電容量を用いる方式などが実用化されている。

【0025】なお、上記の説明では長方形のセンサ81を仮定しているが、これは必要条件ではなく、例えば図2(c)のような形状のセンサ82で図2(d)のような部分画像を撮像しても同様の効果を上げることができ

$$c(x, y) = \sum_{i} \sum_{j} |T(i, j) - f(i-x, j-y)| \quad \dots \quad (2)$$

ここで、2つの累積和Σは、それぞれテンプレート画像T(i, j)とフレーム画像f(i-x, j-y)が重なる領域内の一定面積についてのiおよびjについて求める

【0029】なお、この位置合わせの実現には、SSDA法の代わりに相互相関法など他の実現方法を用いることもできる。

【0030】57は、最適位置計算部55で最小のペナ

る。この場合、スイープ動作は必ずしも上記のように一方向に直線的になされる必要はなく、フレーム画像の覆う領域の和集合が最終的に十分広い領域を覆えばよく、より自由なスイープをすることが可能である。

【0026】51は入力されたフレーム画像を記憶するフレーム画像記憶部、52は予めその情報機器の正規ユーザの指紋を登録指紋(テンプレート)として記憶しておくテンプレート画像記憶部である。この登録動作では、例えば他の装置に付属した2次元の(指紋の大部分を十分に覆うだけの広さをもつ)センサを用いて指紋画像を取り込み、その濃淡画像を格納したファイルを外部から情報機器に転送してテンプレート画像記憶部52に記憶させておくことができる。テンプレート画像記憶部52に登録された指紋画像(テンプレート画像)Tの形状の例を図2(e)に示す。53は、それ以前に入力されたフレーム画像群から合成された部分合成画像を保持しておく部分合成画像記憶部である。54は、予めその情報機器の正規ユーザの指紋画像から照合用の特徴を抽出して記憶しておくテンプレート照合特徴記憶部である。

【0027】また、55は、フレーム画像記憶部51に記録されたフレーム画像f(n)とテンプレート画像記憶部52に記憶されているテンプレート画像Tとの位置合わせを行い、最適な位置を決定する最適位置計算部である。この位置合わせの実現方法としては、上記したSSDA法を用いることができる。すなわち、フレーム画像f(i, j)(iおよびjはそれぞれx座標およびy座標)をテンプレート画像T(i, j)(iおよびjはそれぞれx座標およびy座標)の全域について少しづつ平行移動しながら両者の重ね合わせを試みて、最も合ったところをフレーム画像f(i, j)の位置合わせの最適な位置とする。これを実現するには、フレーム画像f(i, j)をテンプレート画像T(i, j)の原点に対して(x, y)だけ平行移動した時の2つの画像の濃度値の差の累積(ペナルティ)ペナルティc(x, y)を次式により計算し、ペナルティc(x, y)が最小となる(x, y)を求める。

【0028】

【数2】

ルティc(x, y)を与える相対移動量(x, y)の時のペナルティc(x, y)の値がある閾値以下であれば、そのフレームは合成に使用できる有効なフレームであるとしてその位置を合成のための決定位置とし、また、これが閾値を越えていれば、このフレームは合成には使用するべきでないとして、処理を中断し、次のフレームの取り込みに進む、という判断を行う合成用フレーム位置決定部である。

【0031】60は、部分合成画像記憶部53に保持されたそれ以前に入力されたフレーム画像群から合成された部分合成画像と、現在処理中のフレーム画像とを、合成用フレーム位置決定部57の出力する位置情報に基づいて合成する画像合成部である。第nフレームのフレーム画像f(n)が入力された際の合成の様子の一例を図2(f)(n=4の場合)に示す。ここでは上の3つのフレーム画像の和集合である薄灰色の部分が部分合成画像記憶部53に保持された、フレーム画像群f(1)~f(n-1)から合成された部分合成画像S(n-1)であり、その下の矩形の部分がフレーム画像f(n)である。合成の方法としては、例えば部分合成画像S(n-1)に、それと重ならないフレーム画像f(n)の新規な領域を付け足して広げる、という方法が可能である。この合成結果は部分合成画像S(n-1)より広い面積をもつ部分合成画像S(n)として、部分合成画像記憶部53に書き込まれる。

【0032】また、61は、全ての有効なフレームの読み込みと合成が終了した後、最終的な合成結果である合成画像を記憶する合成画像記憶部である。この合成画像が予め定められた閾値以上に広い面積をもつ場合には、この合成画像はユーザの指紋のうち照合に十分な広い領域を覆う2次元画像となっている。もし合成画像の面積が閾値に足りない場合には、一連のスイープは不十分なものであるとしてユーザに再スイープを指示する。

【0033】62は、合成画像記憶部61に保持された2次元の合成画像から照合用の特徴を抽出する照合特徴抽出部である。また、63は、テンプレート照合特徴記憶部54に保持された正規ユーザの指紋特徴と、照合特徴抽出部62で計算された今回指紋を入力しているユーザの指紋特徴を照合し、その類似度を出力する指紋特徴照合部である。この指紋特徴抽出部62、指紋特徴照合部63を含む指紋照合装置の実現例としては、特開昭56-24675号公報や特開平4-33065号公報に記載された「指紋照合装置」がある。これらの技術では、指紋等の照合に際して、指紋紋様を特徴付ける各特徴点の位置および方向とともに、各特徴点により固有に決定される局所座標系を複数個の扇形領域に分割した近傍における最近傍点と上記特徴点との隆線数、すなわちリレーションを検査することによって、安定かつ精度の高い照合を可能にしている。

【0034】64は、指紋特徴照合部63での照合結果の類似度が高ければ一致であるとしてユーザにその情報機器の利用を許可し、類似度が低ければ不一致であるとして利用を許可しないなど所定の動作を行う一致判定部である。

【0035】次に、本実施形態の動作を図3を参照して説明する。図3は、本実施形態の指紋識別方法を示すフローチャートである。本実施形態を適用する情報機器は、例えば携帯電話機などの機器であり、その正規ユー

ザが所有者一人であるとする。所有者Aは情報機器の使用開始時などに、予めその指紋データを本指紋識別装置に登録する。そのときの入力は、例えば外部の指紋入力スキャナで指紋の十分な広さの領域を含む2次元の画像データを撮り、この画像データをテンプレート画像として図1のテンプレート画像記憶部52に記憶させる。それとともに、そのテンプレート画像Tを照合特徴抽出部62、または同じ機能をもつ外部装置に入力して計算された、照合で用いられるテンプレート画像Tの指紋特徴をテンプレート照合特徴記憶部54に記憶させる。

【0036】その情報機器のうちユーザ認証を必要とする機能をあるユーザXが使用しようとする際、ユーザXはその指紋をセンサ上でスイープする。これによりセンサの形状に応じた指紋の部分画像であるフレームが入力される。この部分画像の系列をf(1)~f(n)~f(N)で表す。第1フレームf(1)が入力される(ステップS11)と、そのフレーム画像f(1)と類似する部分をテンプレート画像Tの中で探索する位置合わせが行われる(ステップS12)。入力されたフレームf(1)がテンプレート画像Tと同じ指紋の一部であれば高い類似度をもつ位置が探索できるはずであり、これにより最も類似度が高い、いわば位置合わせの最適位置が決定される(ステップS12)。そして、f(1)については、これをそのまま部分合成画像S(1)とすると共に、この基準点を部分合成画像S(1)についての位置合わせの最適位置として記憶する(ステップS15, S19)。

【0037】その後、第nフレームf(n)(nは2以上の整数)が入力される(ステップS11)と、同様に、フレームf(n)とテンプレート画像Tとの位置合わせが行われ、最も類似度が高い、すなわちペナルティが小さい位置合わせの最適位置が決定される(ステップS12)。この最適位置とそれまでに決定されているS(n-1)についての基準点位置とを比較することにより、フレーム画像f(n)と部分合成画像S(n-1)とを位置合わせすることが可能であり(ステップ12)、この結果にしたがってフレーム画像f(n)を移動し、部分合成画像S(n-1)とつなぎあわせることで、S(n-1)より拡大された部分合成画像S(n)を作成することができる(ステップS15, S19)。

【0038】なお、上記の位置合わせにおいて、フレーム画像f(n)とテンプレート画像Tとの類似度あるいは相違度を評価して類似度が予め定められた閾値より低い、あるいは相違度が閾値より高い場合には、このフレーム画像f(n)は合成には不適な品質をもつとして棄却して使用しない、という処理を行うことができる。

【0039】このようなフレーム入力と合成動作を繰り返し、全フレームについての処理が終了した時点で得られる2次元の濃淡の合成画像をS(N)とする(ステップS20)。この合成画像S(N)が予め定められた閾

値以上に広い面積をもつ場合には、これは十分広い、ユーザXの指紋の2次元画像であるので、これを対象として照合用の指紋特徴を抽出する(ステップS22)。このようにして得られた特徴はユーザXの指紋の特徴であり、これを保存されている所有者Aの指紋の特徴と照合し(ステップS23)、一致すればユーザXは所有者Aであるとして、その情報機器の使用を許可する(ステップS24)。

【0040】次に、本発明の第2の実施の形態について図4を参照して説明する。図4は本実施の形態の指紋識別装置のブロック図である。図4において、図1と同一部分には同一符号を付してその説明を省略する。図4において、図1と異なる主な点は、最適位置計算部55の他に、最適位置計算部56を設けたことである。図4において、最適位置計算部55は、フレーム画像記憶部51に記憶されたフレーム画像 $f(n)$ について、テンプレート画像記憶部52に格納されているテンプレート画像 T との位置合わせを行い、最小ペナルティ c_1 を与える位置 p_1 を計算する。これに対して、最適位置計算部56は、フレーム画像記憶部51に記憶されたフレーム

20

$$p_3 = (c_2 / (c_1 + c_2)) p_1 + (c_1 / (c_1 + c_2)) p_2 \dots (3)$$

ただし、 p_1 、 p_2 、 p_3 はいずれも2次元の方向ベクトル

【0042】次に、図5を参照し本実施形態の動作を説明する。図5において、図3と同一部分には同一ステップ符号を付してその説明を省略する。図5において、図3と異なる主な点は、ステップS13およびステップS14の処理を追加していることである。すなわち、フレーム $f(n)$ とテンプレート画像 T との位置合わせが行われ、テンプレート画像 T に対する位置合わせの最小ペナルティ c_1 を与える最適位置 p_1 が計算される(ステップS12)。それと平行して、フレーム $f(n)$ と部分合成画像 $S(n-1)$ との位置合わせが行われ、部分合成画像 $S(n-1)$ に対する位置合わせの最小ペナルティ c_2 を与える最適位置 p_2 が計算される(ステップS13)。

【0043】そして、この最適位置 p_1 と p_2 (および最小ペナルティ c_1 と c_2) を含む情報から、フレーム $f(n)$ を部分合成画像 $S(n-1)$ に対して合成するための最適な移動量 p_3 が上記した(3)式により計算され、これと部分合成画像 $S(n-1)$ についての基準点位置とを比較することにより、フレーム $f(n)$ と部分合成画像 $S(n-1)$ との位置合わせが行なわれる

$$q_1 = (e \times p(-C a)) c_1 / (c_1 + c_2) \dots (4)$$

$$q_2 = (1 - e \times p(-C a)) c_2 / (c_1 + c_2) \dots (5)$$

$$p_3 = q_1 p_1 + q_2 p_2 \dots (6)$$

但し、 p_1 、 p_2 、 p_3 はいずれも2次元の方向ベクトル

a は合成の入力となる部分合成画像 $S(n-1)$ の面積

50

画像 $f(n)$ について、部分合成画像記憶部53に記憶された部分合成画像 $S(n-1)$ との位置合わせを行い、最小ペナルティ c_2 を与える位置 p_2 を計算する。これらの位置合わせの実現方法としては、SSDA法を用いることができる。

【0041】そして、合成用フレーム位置決定部58では、最小ペナルティ c_1 と c_2 の値が共にある閾値以下であれば、そのフレーム $f(n)$ は合成に使用できる有効なフレームであるとして、その位置 p_1 および p_2 から決定される位置 p_3 を合成のための決定位置とし、また、ペナルティ c_1 、 c_2 のいずれかが閾値を越えていれば、このフレーム $f(n)$ は合成には使用するべきでないとして処理を中断し、次のフレームの取り込みに進む、という判断を行う。また、最小ペナルティ c_1 、 c_2 ともに閾値以下である場合、合成のための位置 p_3 の決定法としては、次式で示すように、2つの方向ベクトル p_1 、 p_2 のそれぞれの最小ペナルティ c_1 、 c_2 の値(類似度に反比例する)の逆数による加重平均をとることで求める。

20

(ステップS15)。図5のその他のステップにおける処理内容は、図3の場合と同じである。

【0044】次に、本発明の第3の実施の形態について図4を参照して説明する。本実施の形態が第2の実施の形態と異なる点は、合成用フレーム位置決定部58における合成位置 p_3 の決定方法である。すなわち、第2の実施の形態では、図4の合成用フレーム位置決定部58において、上記の(3)式に示したように最適位置計算部55から得られるテンプレート画像 T との位置合わせ結果の最適位置 p_1 と、最適位置計算部56から得られる部分合成画像 $S(n-1)$ との位置合わせ結果の最適位置 p_2 とを、その最小ペナルティ c_1 、 c_2 に反比例した加重をかけて平均することで統合し、合成位置 p_3 を決定した。

【0045】これに対して、本実施形態では、部分合成画像 $S(n-1)$ がより多くのフレームの合成結果として広い面積をもつほどそれはより信頼できる、という仮定を利用した別の計算法を用いる。すなわち、合成用フレーム位置決定部58は、最小ペナルティ c_1 、 c_2 ともに閾値以下である場合、合成位置 p_3 は次式により決定される。

を示す変数

C は正定数

(4)、(5)式のように、 q_1 、 q_2 は部分合成画像

$S_{(n-1)}$ の面積 a を考慮に入れて、位置ずれペナルティから計算される各ベクトルの加重を表すことになる。これによれば、最初のフレーム $f_{(1)}$ が入力された際、面積 a はゼロであるので $q_{(2)}$ はゼロとなり、その後、合成に使用したフレーム数が大きくなる（すなわち n が大きくなる）にしたがい、部分合成画像 $S_{(n-1)}$ の拡張（面積 a の増大）と共に $q_{(2)}$ の寄与が大きくなる。

【0046】次に、本実施の形態の動作について図5を参照して説明する。本実施の形態が第2の実施の形態と異なる点は、ステップS15における処理内容である。すなわち、ステップS15における合成位置 $p_{(3)}$ の決定が、第2の実施形態においては上記した(3)式により行われるのに対して、本実施形態では上記した(4)、

(5)、(6)式により行われる。図5のその他のステップにおける処理内容は、第2の実施の形態の場合と同じである。

【0047】次に、本発明の第4の実施の形態について図6を参照して説明する。図6は本実施の形態の指紋識別装置を示すブロック図である。本実施の形態では、合成の精度を上げると共に、より少ない計算量でユーザの認証を実現することをも目的としている。図6において、図4と同一部分には同一符号を付してその説明を省略する。図6において、図4と異なる主な点は、厳密一致判定部65、簡易一致判定部66、位置ずれペナルティ評価部67、簡易不一致判定部68、品質判定部69を設けていることである。

【0048】図6において、厳密一致判定部65は、指紋特徴照合部63での照合結果の類似度が高ければ一致であるとしてユーザにその情報機器の使用を許可し、類似度が低い場合には、例え簡易不一致判定部68で不一致と判定されなかつたとしても、厳密には不一致であるとして許可をしないなど所定の動作を行う。

【0049】簡易一致判定部66は、最小ペナルティ $c_{(1)}$ の累積値が閾値を越えることなく多くのフレームが合成され、合成結果の画像が一定面積以上に達した場合には、入力指紋はテンプレートと一致している、すなわちユーザXは登録ユーザAと同一である、との簡易的な判定結果を出力する。これは、比較的精度に対する要求が低い応用において、高速に個人識別をするのに有效な方法である。

【0050】位置ずれペナルティ評価部67は、最適位置計算部55からテンプレート画像Tとの位置合わせの最小ペナルティ $c_{(1)}$ を、最適位置計算部56から部分合成画像 $S_{(n-1)}$ との位置合わせの最小ペナルティ $c_{(2)}$ を入力し、 n の増加に連れてそれを累積して個別に所定の閾値と比較することで、位置ずれに起因する判定を行う。すなわち、位置ずれペナルティ評価部67の第1の機能は、それまでの画像合成におけるフレーム間の整合性（コンシスティンシ）の評価のために、フレーム

画像 $f_{(n)}$ と部分合成画像 $S_{(n-1)}$ の位置合わせの最小ペナルティ $c_{(2)}$ の累積値を計算する。また、位置ずれペナルティ評価部67は、テンプレート画像Tの登録指紋と入力された入力指紋との同一性の評価のため、フレーム画像 $f_{(n)}$ とテンプレート画像Tの位置合わせの最小ペナルティ $c_{(1)}$ の累積値も計算する。

【0051】簡易不一致判定部68は、位置ずれペナルティ評価部67で計算されたフレームごとの最小ペナルティ $c_{(1)}$ の累積値が閾値より大きくなった時点で、スイープによる指紋入力をしているユーザXの指紋はテンプレート画像Tに登録された正規ユーザAの指紋と異なっていると判断し、ユーザXに対してその情報機器の使用要求の拒否を通告する。簡易不一致判定部68におけるこのような画像の濃淡レベルの不一致による指紋の違いの判定では一般的に高い精度は期待できないため、精度を必要とする場合には上記した厳密一致判定部65において従来通り指紋特徴による照合を併用する。

【0052】品質判定部69は、位置ずれペナルティ評価部67で計算されたフレームごとのペナルティ $c_{(2)}$ の累積値が閾値より大きくなつた場合、指のセンサに対するスイープ（移動）速度が大きい、あるいは指のスイープ時の指紋部の弾性変形による指紋の歪みが大きいなどの理由で、合成画像の品質が低いと判断し、ユーザXに対して指紋の再入力（再スイープ）を要求する。

【0053】次に、図7を参照し本実施形態の動作を説明する。図7は本実施形態の指紋識別装置方法を示すフローチャートである。図7において、図5と異なる主な点は、ステップS16、S17、S21、S25の部分である。すなわち、フレーム画像 $f_{(n)}$ とテンプレート画像Tの位置合わせの最小ペナルティ $c_{(1)}$ の累積値を計算し、フレームごとの最小ペナルティ $c_{(1)}$ の累積値が閾値より大きい場合には、ユーザXに対してその情報機器の使用要求の拒否を通告する（ステップS16）。

【0054】また、フレーム画像 $f_{(n)}$ と部分合成画像 $S_{(n-1)}$ の位置合わせの最小ペナルティ $c_{(2)}$ の累積値を計算し、フレームごとのペナルティ $c_{(2)}$ の累積値が閾値より大きい場合は、ユーザXに対して指紋の再入力（再スイープ）を要求する（ステップS17）。

【0055】一方、最小ペナルティ $c_{(1)}$ の累積値が上記のように閾値を超えることなく多くのフレームが合成され、合成結果の画像が一定面積以上に達した場合には、入力指紋はテンプレート画像Tと一致している、すなわちユーザXは登録ユーザAと同一である、との簡易的な判定結果を出力する（ステップS21）。

【0056】このような画像の濃淡レベルの不一致による指紋の違いの判定は、高い精度は期待できず、いわば簡易的なものである。したがって、さらに高い精度が要求される場合には、第3の実施形態と同様に、合成画像 $S_{(N)}$ から照合用の指紋特徴を抽出し（ステップS22）、これを保存されている所有者Aの指紋の特徴と照

合し（ステップS23）、厳密な一致判定を行う（ステップS25）。図7のその他のステップの処理内容は、図5の場合と同じである。

【0057】なお、以上の各実施形態の説明では、本指紋識別装置に登録されるユーザは1人であり、テンプレートは一指分であるとして説明しているが、例えこれが複数の指であっても、上記したプロセスを各テンプレートについて順次行い、そのうちの最小のペナルティを与えるテンプレートを選択してその後の処理を実行するよう拡張することができる。これにより、1指にとどまらず、少人数で装置を共有し、または1人で複数の指を登録し、入力する指の違いにより動作を変えるという効果を実現することができる。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、個人向けの情報機器においては1人ないし少数の利用者のみが登録ユーザであることを利用し、小型センサの部分画像（フレーム）から全体画像を再構成する際に登録ユーザの指紋情報（テンプレート）を用いるようにしたことで、部分画像間のより正確な位置合わせを可能にし、再構成の精度を高めることができる。これにより、従来の再構成方式では、センサに対する指の相対的な移動速度が大きくフレーム間の重なり面積が小さい場合に、最適な移動量を求めることが困難であったのに対し、そのような場合にもより正確な位置合わせが可能になり、照合精度の向上が実現できる。すなわち、安定した照合動作を保証しつつ、ユーザの指の動かし方により大きな自由度を与え、ユーザの利便性を高めることができる。さらには、効率よい位置合わせを実現することにより、処理に必要な計算量を低減して処理の高速化を図り、あるいは処理に使用する演算装置の低価格化を実現することができる。また、従来の2次元型センサを用いるよりは小面積のセンサで同等のユーザ確認ができ、面積の増大に連れて高価格となるセンサ部分の低コスト化による装置全体の低価格化と、搭載可能性の増大によ

り、本指紋識別装置の応用範囲の拡大に資することができる。また、位置合わせペナルティの累積により入力画像とテンプレート画像との一致度を、指紋照合特徴を利用することなく評価することにより、特に高精度の照合が要求されないような応用に対して用いるときには、中程度の精度の照合結果をより高速に、あるいは低演算量で得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態による指紋識別装置を示すブロック図である。

【図2】同実施形態による指紋識別装置のセンサの使用図である。

【図3】同実施形態による指紋識別方法を示すフローチャートである。

【図4】この発明の第2および第3の実施形態による指紋識別装置を示すブロック図である。

【図5】同実施形態による指紋識別方法を示すフローチャートである。

【図6】この発明の第4の実施形態による指紋識別装置を示すブロック図である。

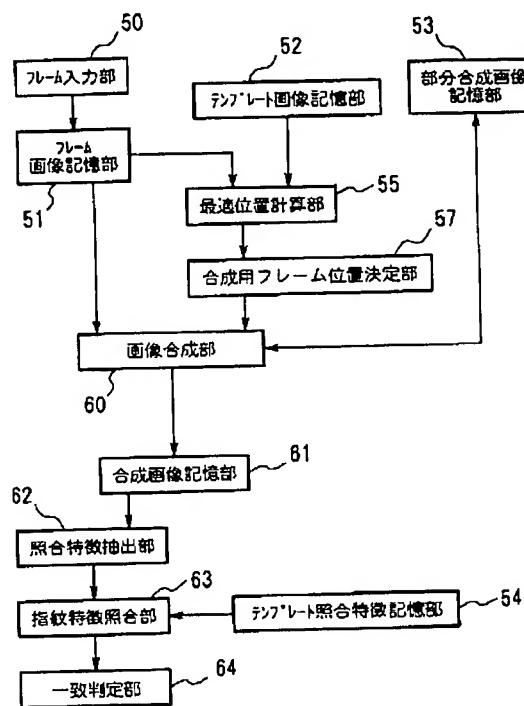
【図7】同実施形態による指紋識別方法を示すフローチャートである。

【図8】一般的な指紋識別方法を示すフローチャートである。

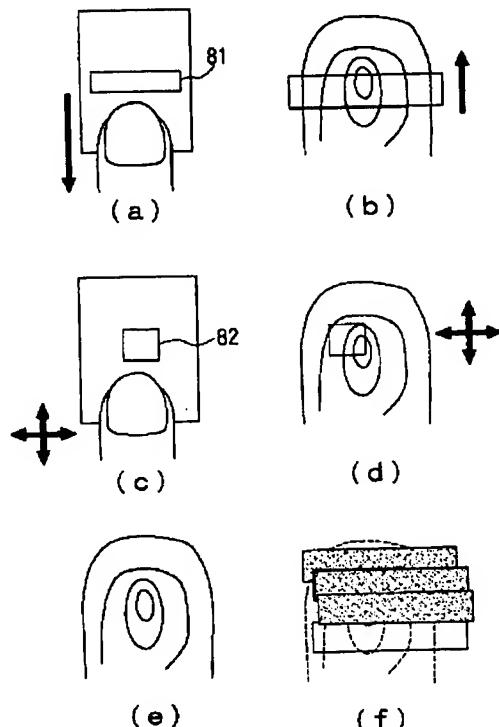
【符号の説明】

50…フレーム入力部、51…フレーム画像記憶部、52…テンプレート画像記憶部、53…部分合成画像記憶部、54…テンプレート照合特徴記憶部、55, 56…最適位置計算部、57, 58…合成用フレーム位置決定部、60…画像合成部、61…合成画像記憶部、62…照合特徴抽出部、63…指紋特徴照合部、64…一致判定部、65…厳密一致判定部、66…簡易一致判定部、67…位置ずれペナルティ評価部、68…簡易不一致判定部、69…品質判定部、81, 82…センサ

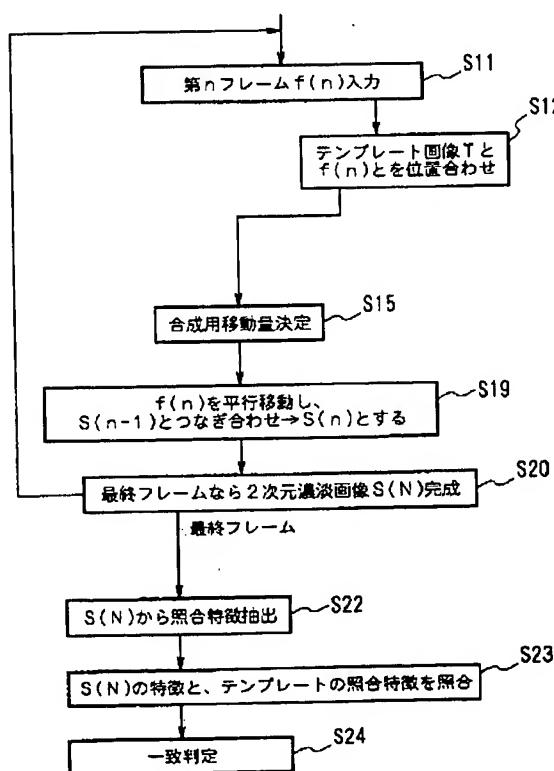
【図1】



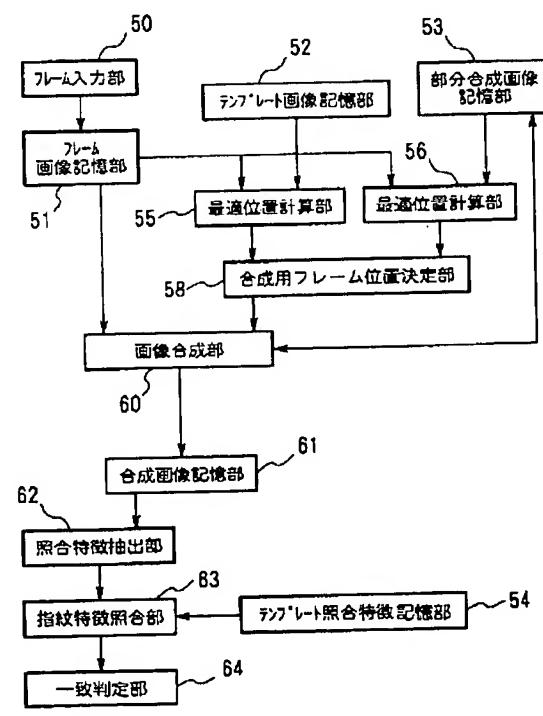
【図2】



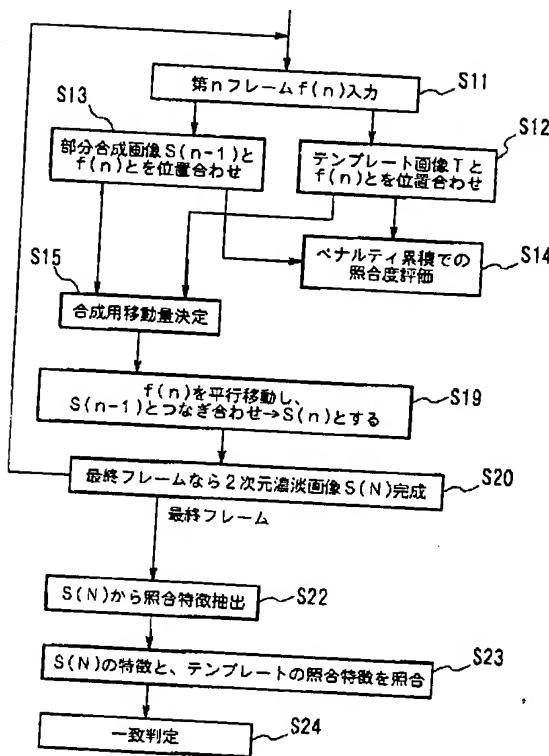
【図3】



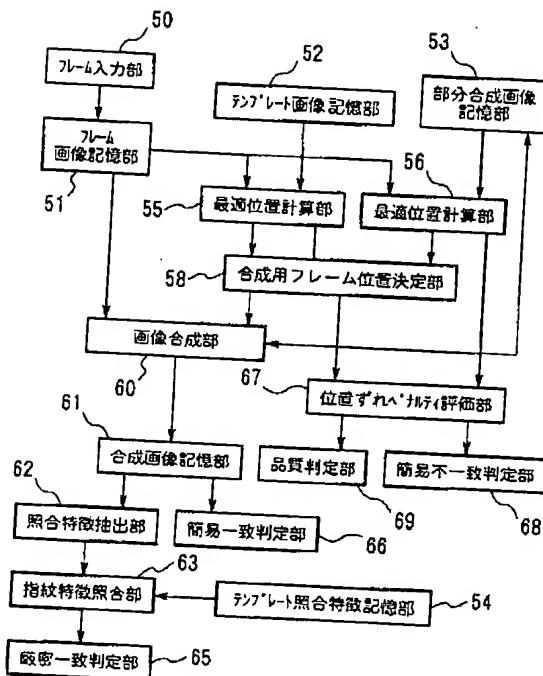
【図4】



【図5】



【図6】



【図8】

